

# *Acta Medica Okayama*

---

*Volume 1, Issue 2*

1929

*Article 2*

JUNI 1929

---

## Über die durch Kalium- und Kalziuminjektion beim Kaninchen bewirkte Veränderung der Gefasswand

Tatu Tanaka\*

\*Okayama University,

Copyright ©1999 OKAYAMA UNIVERSITY MEDICAL SCHOOL. All rights reserved.

# Über die durch Kalium- und Kalziuminjektion beim Kaninchen bewirkte Veränderung der Gefasswand\*

Tatu Tanaka

## Abstract

Aus der histologischen Untersuchung der antagonistischen Wirkung von Kaliumchlorid und Kalziumchlorid auf die Gefasswand, ins-besonders auf ihre glatten Muskelzellen, ergibt sich folgendes : 1. Durch Kaliumchloridinjektion wird das Blutgefass stark diinn-wandig und abgeplattet, wobei sein Querschnitt bedeutend an Lange zunimnt . 2. Dagegen wird das Gefass infolge der Kalziumchloridinjektion stark dickwandig und zei(g)t einen kreisformigen Querschnitt, der ein offenes, wenn auch enges Lumen aufweist. 3. Die Muskelzellen werden durch beide Salze am starksten beein-flusst, im Gegensatz zu den elastischen und kollagenen Fasern, die beide fast unverändert bleiben. 4. Die Wirkung der beiden Salze auf die glatten Muskelzellen ist gerade entgegengesetzt ; durch Kaliumchlorid werden diese viel langer und schmaler, durch Kalziumchlorid dagegen bedeutend kurzer und breiter. 5. Die Ursache dieser Erscheinungen lasst sich m.E. wie folgt erklären : Im Falle von Kaliumc,hlorid lockert sich die Plasmahaut auf, und viel Salz dringb in den Zelleib ein, was eine starke Veränderung seiner kolloidalen Struktur und daher die Lahmung der Zelle mit sich bringt. Durch Verlust der Kontraktibilität verlängern sich die Muskel-zellen und werden schmaler und langer. Im Falle von Kalz.iumchlorid verhindert die Verdichtung der Plasma,haut das Eindringen des Salzes in den Zelleib, sodass die Muskelzellen ihre Kontraktions-fähigkeit behalten und auf den Reiz des Salzes sich verkurzend reagieren. 6. Die Irterzellular-raume werden durch Kaliunlchlorid weiter. dagegen durch enger. Im allgemeinen wirkt das erstere lockernd und das let,zbere verdichtend auf das Gewebe. 7. Die Gestalt der Muskelzellen Kerne wird durch Kaliumchlorid stabchenartig, dagegen durch Kalziumchlorid mehr rundlich, was aber hauptsächlich als Folgeerscheinung der Zellenumgestaltung zu deuten ist. Zum Schlusse erfulle ich hier mit die angenehme Pflicht. Herm Prof. K. Kosnku fur seine fieundliche Auleitung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

(Aus dem Anatomischen Institut der medizinischen Universität  
Okayama. Direktor: Prof. Dr. K. Kōsaka)

## Über die durch Kalium- und Kalziuminjektion beim Kaninchen bewirkte Veränderung der Gefässwand.

Von

**Tatu Tanaka.**

*Eingegangen am 21. September 1928.*

### Einleitung.

Kolloidchemisch oder biochemisch ist es bekannt, dass ein Ionen-antagonismus zwischen den ein- und zweiwertigen Kationen besteht. Vor allem gilt dies für die körpereigenen Kalium- und Kalziumionen. Eine ähnliche Beziehung besteht auch zwischen Natrium- und Kalziumionen, allerdings in abgeschwächter Form.

Welche antagonistische Rolle Kalium- und Kalziumionen in den Organen spielen, wird aus den folgenden Beispielen ersichtlich. Kalium- und Kalziumionen vermögen die Funktion des Herzens im stärksten Masse zu beeinflussen, was besonders am Ventrikel ausgeprägt ist. Während die einwertigen Kaliumionen diastolisch wirken, haben die Kalziumionen eine systolische Wirkung. Am Magen, Darm, Blase, Uterus bewirkt das Ueberwiegen von Kalium Tonussteigerung und Verstärkung der vorhandenen Peristaltik, während Kalziumübergewicht zu Erschlaffung, also Tonussenkung und Sistierung der Peristaltik führt.

Eigentlich haben die vegetativen Organe eine zweifache nervöse Versorgung, d. h. ihre Funktion wird durch zwei Nerven reguliert; es sind dies der Vagus (richtiger Parasymphathikus) und Sympathikus. Sie stellen bekanntlich die peripheren Ausläufer des sog. vegetativen Nervensystems dar, deren Antagonismus bereits festgestellt ist. Am Herzen z. B. wirkt der Vagus diastolisch, der Sympathikus systolisch; am Magendarmtraktus führt Vagusreizung zu Tonussteigerung und vermehrter Peristaltik, Sympathikusreizung dagegen zu Erschlaffung und Sistierung der spontanen Kontraktionen.

Dass auch gewisse Lipide einen antagonistischen Einfluss auf das biologische Verhalten vieler Zellen und Organe ausüben, ist schon vielfach ermittelt worden. Die Vertreter solcher Lipide sind z. B. Lezithin und Cholesterin; so wirkt Lezithin am Herzen diastolisch

Cholesterin systolisch. Durch Zuführung von Lezithin erzielt man einen Effekt, der der Vagus- bzw. Kaliumwirkung ungefähr entspricht, während Cholesterin sich mehr in der Richtung der Sympathikus- bzw. Kalziumwirkung geltend macht.

Die gegenseitige Beziehung der genannten antagonistischen Vertreter stelle ich im folgenden kurz zusammenfassend dar: Die Vaguswirkung auf vegetative Organe wird durch Kalium (oder Lezithin) verstärkt, dagegen durch Kalzium (oder Cholesterin) vermindert. Gerade das Gegenteil gilt für den Sympathikus, dessen Wirkung durch Kalzium (oder Cholesterin) gesteigert und durch Kalium (oder Lezithin) verringert wird. Einführung von Kalium oder Lezithin einerseits, von Kalzium oder Cholesterin andererseits löst eine Folgeerscheinung aus dergestalt, als ob Vagus bzw. Sympathikus gereizt werde.

Indessen gelangt der Antagonismus von Kalium und Kalzium am Gefäßsystem mit Ausnahme des Herzens nicht in so eindeutiger Form wie bei den anderen vegetativen Organen zum Ausdruck. In erster Linie muss hervorgehoben werden, dass ihre Wirkung je nach dem Gefäßabschnitte (Arterien, Arteriolen, Kapillaren usw.) verschieden ist. Wenn man Kaliumchlorid intravenös injiziert, so tritt sofort eine Blutdrucksenkung und eine Pulsverlangsamung ein, während man mit Kalziumchlorid eine Blutdrucksteigerung und eine Pulsverlangsamung erzielt. Die Annahme liegt nahe, dass die Pulsverlangsamung nach der Kalziumchloridinjektion eine sekundäre Erscheinung darstellt, ähnlich einer Pulsverlangsamung nach der Adrenalininjektion, die gewöhnlich im Gefolge einer Pulsbeschleunigung bald auftritt, da eine starke Blutdrucksteigerung sekundär zur Erregung der Vaguskerne führt.

Allerdings steht es fest, dass Kalium- und Kalziumionen auf die Gefäße gegenseitig im allgemeinen im entgegengesetzten Sinne wirken, d. h. antagonistisch und dies ist.....vom physiologischen Gesichtspunkte aus betrachtet....das Wesentliche.

Tatsächlich sind diese antagonistische Wirkungen vielfach von der kolloidchemischen oder biochemischen Seite in Angriff genommen worden, aber leider haben sich nur wenige Autoren bis heute mit der histologischen Untersuchung dieses Problems beschäftigt.

Herr *F. Kato*, einer meiner Kollegen, scheint der erste Forscher zu sein, der auf eine histologische Untersuchung der Kalium- und Kalziumwirkung eingegangen ist. Aus seinem übrigens noch nicht veröffentlichten Resultate ergibt sich, dass sowohl die Herz- als auch die Skelettmuskelfasern durch Kalium bedeutend gelockert und durch Kalzium auffallend verdichtet werden.

Auch Herr *Yuien*, ein anderer meiner Kollegen, hat sich mit der Frage der antagonistischen Wirkung von Cholesterin und Lezithin auf die peripheren Nervenfasern abgegeben, und zwar mit Hilfe der histo-

logischen Methode. Er injizierte beim Kaninchen Lezithin und Lanolin, welches letzteres wegen seines grossen Gehaltes an Cholesterin für diesen Versuch gebraucht wurde. Er hat in Bezug auf die *Schmidt-Lantermannschen* Einkerbungen und das Neurokeratinnetz interessante Ergebnisse gewonnen. In seiner gleichfalls noch unveröffentlichten Abhandlung ist er zu folgender Zusammenfassung gekommen: Durch subkutane Injektion des Lezithins zeigt Myelin der Nervenfasern eine stärkere Entwicklung, sodass die Quellbarkeit der *Schmidt-Lantermannschen* Einkerbungen in den Hintergrund tritt und die Maschen des Neurokeratins sich verengern. Dagegen werden die Nervenfasern lockerer, und die Quellbarkeit der *Schmidt-Lantermannschen* Einkerbungen und die Erweiterung des Neurokeratinnetzes machen sich auf Kosten des Myelins geltend, wenn man anstatt des Lezithins cholesterinhaltiges Lanolin braucht.

### Eigene Untersuchung und Resultat.

Nun gehe ich auf meine eigene Untersuchung ein. Durch 15 Tage hindurch wurde eine 1%ige wässrige Kaliumchloridlösung Kaninchen täglich dreimal (einmalige Dosis 10 cc) intravenös injiziert. Eine Anzahl anderer Kaninchen wurde mit einer 2%igen Kalziumchloridlösung genau auf dieselbe Weise behandelt. Kurz nach der letzten Injektion wurden die Tiere getötet, um das Gefässsystem der histologischen Untersuchung zu unterwerfen.

Die Anfertigung der Präparate habe ich so vorgenommen, dass die aus verschiedenen Körperteilen entnommenen Gefässstückchen in 10%iger Formalinlösung fixiert, in gewöhnlicher Weise in Paraffinschnitte zerlegt und mit Haematoxylin-Eosin gefärbt wurden, wobei die Schnittdicke durchweg fast  $5\mu$  betrug.

Bezüglich der histologischen Veränderung der einzelnen Elemente gibt es keinen nennenswerten Unterschied zwischen verschiedenen Gefässen (Aorta, Iliaca, Mesenterica, Carotis, Femoralis, u. s. w.). Daher beschränke ich mich bei folgender Schilderung im ganzen auf den Befund von Carotis und Femoralis.

Schon ein flüchtiger Blick auf die Präparate mit einer schwachen Vergrösserung lässt die Tatsache in die Augen springen, dass ein auffallender Unterschied besteht zwischen den Gefässen, die einerseits aus dem mit Kaliumchlorid behandelten Tiere stammen, andererseits zu dem mit Kalziumchlorid behandelten gehören.

Unter der Einwirkung von Kaliumchlorid wird das Gefäss dünnwandig, schlaff und abgeplattet, wobei es einen vollkommen länglichen Querschnitt zeigt, (Fig. 1), während Kalziumchlorid auf das Gefäss so wirkt, dass die Wand an Dicke stark zunimmt und der Querschnitt

einen Kreis mit einem engen, aber offenen Lumen darstellt (Fig. 2).

Fig. 1.

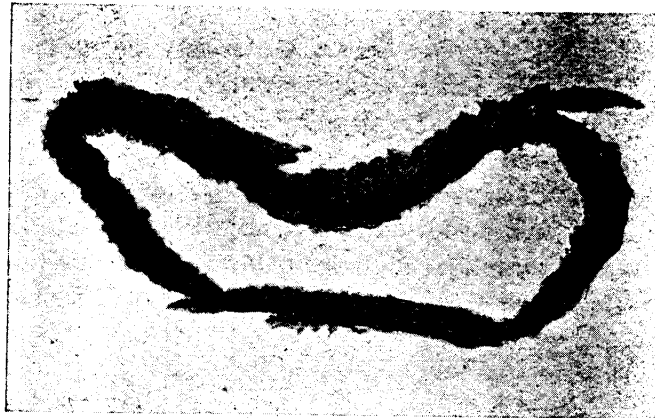
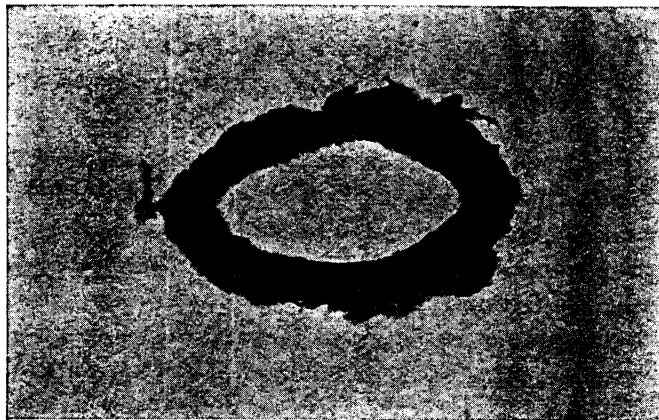


Fig. 2.



Dieser Unterschied tritt noch deutlicher in die Erscheinung, wenn man lebensfrische Gefäßstücke eine Zeitlang in Lösungen der genannten Reagenzien gelegt hat. Fig. 3 und 4 geben zwei Querschnitte derselben Femoralis wieder. Sie stammen aus einem kurzen Gefäßabschnitte, der teils in einer halben Normallösung von Kaliumchlorid teils aber in einer solchen von Kalziumchlorid 24 Stunden gelegen hatte. Durch Kaliumchlorid wird der Querschnitt bedeutend in die Länge ausgedehnt und zugleich abgeplattet (Fig. 3), während der Querschnitt unter der Wirkung von Kalziumchlorid einen prall gespannten Ring darstellt (Fig. 4).

Fig. 3.



Fig. 4.



Wenn man den feinen Bau mit einer starken Vergrößerung beobachtet, so sieht man, dass besonders die glatten Muskelzellen in der Media in beiden Fällen ein ganz verschiedenes Aussehen aufweisen, im Gegensatz zu den elastischen und kollagenen Fasern, die keine nennenswerte Abweichung erkennen lassen.

Was die Veränderung der glatten Muskelzellen anbetrifft, so ist folgendes hervorzuheben:

#### I. Im Falle des Kalium (Fig. 5).

Verglichen mit dem Material des Kontrolltieres sind die Muskelfasern bedeutend länger und schmaler, sodass sie sehr zugespitzt aussehen. Die Interzellularräume erweitern sich, und infolge dessen wird das Gefüge der Gefässwand im allgemeinen viel lockerer als das des normalen Gefäßes. Auch die Kerne der Muskelzellen sind von der genannten Veränderung nicht ausgeschlossen, indem sie sich als lange und schmale Stäbchen erweisen (Fig. 5).

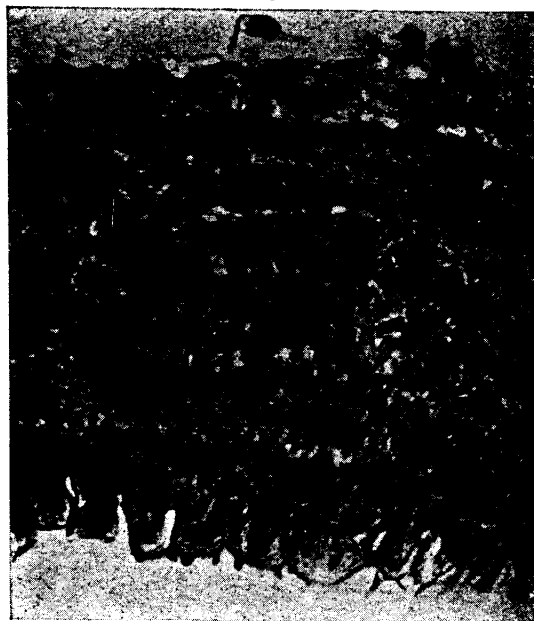
II. Im Falle des Kalzium (Fig. 6).

Im Gegensatz zum vorigen Falle sind die Muskelzellen hier kürzer und dicker als die des normalen Gefässes. Damit steht im Zusammenhang die Form der Kerne, die rundlich oder oval sind (Fig. 6). Die Zellen liegen dicht zusammen, sodass die Interzellularräume kaum erkennbar sind.

Fig. 5.



Fig. 6.





### Diskussion.

Die Fähigkeit der Neutralsalze, in das Plasma einzudringen, ist ein physikochemischer Prozess, der im Zusammenhang steht mit dem Vermögen der Salze, den kolloiden Zustand der Plasmakolloide zu ändern.

Die Kationen, die im Verhältnis zu den Plasmakolloiden eine entgegengesetzte Ladung tragen, haben dabei eine koagulierende (entquellende) Wirkung, die zur Verdichtung des Plasmas führt und die Permeabilität nach der Reihenfolge:  $K < Na < Li < Mg < Ba < Ca$  herabsetzt.

Die Anionen wirken dagegen peptisierend (quellend) auf die Bio-kolloide, und dieses bedingt eine Erhöhung der Permeabilität.

Kurz gefasst können wir sagen, dass die Anionen die Aufnahme der Salze in die Zelle fördern, die Kationen aber sie hemmen. Ueberwiegt die lösende Wirkung des Anions, wie in Kaliumchlorid, so wirkt das Salz auf das Gewebe im allgemeinen lockernd, ist aber die Verdichtungswirkung des Kations grösser, wie in Kalziumchlorid so wird das Gewebe dadurch dichter.

Aus der obigen Tatsache möchte ich die Wirkung von Kaliumchlorid auf die glatten Muskelzellen wie folgt erklären: Kaliumchlorid hat die Fähigkeit, die glatten Muskelzellen zu lähmen, und dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass wegen der Auflockerung der Plasmahaut viel Salz in den Zelleib eindringt und dort eine starke Veränderung der kolloidalen Struktur stattfindet. Durch Verlust der Kontraktionsfähigkeit verlängern sich die Muskelzellen und werden bedeutend länger, aber beträchtlich schmaler.

Im Fall von Kalziumchlorid kommt die Verdichtung der Plasmahaut zunächst zur Geltung, was das Eindringen des Salzes in den Zelleib erschwert. So behalten die Muskelzellen ihre Kontraktionsfähigkeit und reagieren auf den Reiz des Salzes vielmehr, indem sie sich verkürzen.

Was die Umgestaltung der Kerne betrifft, so bin ich der Meinung, dass sie hauptsächlich passiv zustande kommt, d. h. dass die Verlängerung oder Verkürzung des Zelleibs einen stäbchenförmigen oder runden Kern zur Folge hat.

### Zusammenfassung.

Aus der histologischen Untersuchung der antagonistischen Wirkung von Kaliumchlorid und Kalziumchlorid auf die Gefäßwand, insbesondere auf ihre glatten Muskelzellen, ergibt sich folgendes:

1. Durch Kaliumchloridinjektion wird das Blutgefäß stark dünnwandig und abgeplattet, wobei sein Querschnitt bedeutend an Länge zunimmt.

2. Dagegen wird das Gefäss infolge der Kalziumchloridinjektion stark dickwandig und zeigt einen kreisförmigen Querschnitt, der ein offenes, wenn auch enges Lumen aufweist.

3. Die Muskelzellen werden durch beide Salze am stärksten beeinflusst, im Gegensatz zu den elastischen und kollagenen Fasern, die beide fast unverändert bleiben.

4. Die Wirkung der beiden Salze auf die glatten Muskelzellen ist gerade entgegengesetzt; durch Kaliumchlorid werden diese viel länger und schmaler, durch Kalziumchlorid dagegen bedeutend kürzer und breiter.

5. Die Ursache dieser Erscheinungen lässt sich m. E. wie folgt erklären: Im Falle von Kaliumchlorid lockert sich die Plasmahaut auf, und viel Salz dringt in den Zelleib ein, was eine starke Veränderung seiner kolloidalen Struktur und daher die Lähmung der Zelle mit sich bringt. Durch Verlust der Kontraktibilität verlängern sich die Muskelzellen und werden schmaler und länger. Im Falle von Kalziumchlorid verhindert die Verdichtung der Plasmahaut das Eindringen des Salzes in den Zelleib, sodass die Muskelzellen ihre Kontraktionsfähigkeit behalten und auf den Reiz des Salzes sich verkürzend reagieren.

6. Die Interzellularräume werden durch Kaliumchlorid weiter, dagegen durch enger. Im allgemeinen wirkt das erstere lockernd und das letztere verdichtend auf das Gewebe.

7. Die Gestalt der Muskelzellen Kerne wird durch Kaliumchlorid stäbchenartig, dagegen durch Kalziumchlorid mehr rundlich, was aber hauptsächlich als Folgeerscheinung der Zellenumgestaltung zu deuten ist.

Zum Schlusse erfülle ich hier mit die angenehme Pflicht, Herrn Prof. K. Kōsaka für seine freundliche Anleitung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

---